

Механизмы электрической проводимости полимера – нейлон 6

Боронин Виктор Александрович

Гавриляк Максим Витальевич

Южно-Уральский государственный университет

Подгорнов Федор Валерьевич, к.ф.-м.н.

boronin1996vitek@mail.ru

В качестве основы гибких печатных плат в подавляющем большинстве случаев применяются пленки на основе полиимидов (PI) – материалов, устойчивых к воздействию химических веществ и высокой температуры, а также обладающих высокой прочностью. Полиимиды выдерживают многократное прессование и пайку без расслоения и вздутия платы, а также устойчивы к механическим деформациям. Воздействием лазерного излучения на полиимид можно создавать проводящие каналы что может значительно упростить изготовление устройств гибкой электроники. В связи с этим, идентификация механизмов электрической проводимости полиимидным пленок представляет собой важную научную задачу.

Целью данной работы является идентификация механизмов электропроводимости тонких пленок нейлона 6 (толщина 50 нм). В рамках данной работы процессы проводимости могут исследовались методом импедансной спектроскопии в широком температурном интервале (-150°C $+150^{\circ}\text{C}$) с помощью импедансного спектрометра Novocontrol. Спектры комплексного импеданса преобразовывались в комплексные спектры проводимости (рис.1) и анализировались.

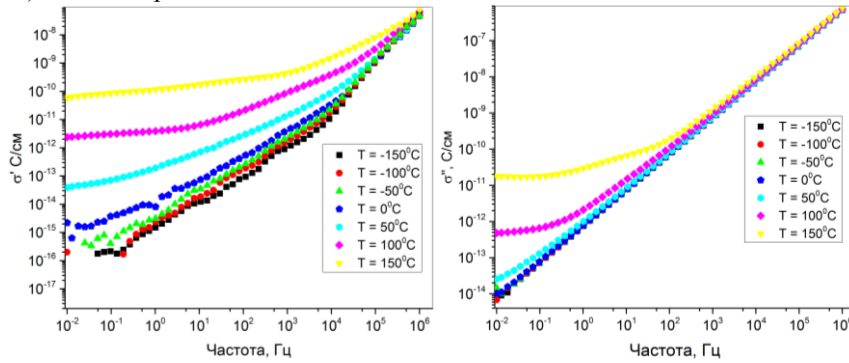


рис. 1 Зависимость действительной и мнимой части удельной электропроводности $\sigma(f)$ от частоты.

Действительную и мнимую части проводимости можно представить в виде:

$$\sigma'(f) = 2\pi f \epsilon_0 \epsilon''(f) + \sigma'(f)_{hop} + \sigma_{DC} \quad (1)$$

$$\sigma''(f) = 2\pi f \epsilon_0 \epsilon'(f) + \sigma''(f)_{hop} \quad (2)$$

Где σ_{DC} – проводимость пленки на постоянном токе, $\epsilon'(f)$ и $\epsilon''(f)$ – действительная и мнимая части диэлектрической проницаемости, $\sigma'(f)_{hop}$ и $\sigma''(f)_{hop}$ – действительная и мнимая части прыжковой проводимости.

В области низких частот ($f \rightarrow 0$ Гц) данные формулы можно упростить:

$$\sigma'(f) \approx \sigma'(f)_{hop} + \sigma_{DC} \quad (3)$$

$$\sigma''(f) \approx \sigma''(f)_{hop} \quad (4)$$

Действительная и мнимая части спектров проводимости $\sigma'(f)$ и $\sigma''(f)$ могут быть использованы для оценки $\sigma(f)_{hop} = \sigma'(f)_{hop} - i\sigma''(f)_{hop}$ и σ_{DC} . В случае отсутствия прыжковой проводимости $\sigma'(f)$ должна иметь горизонтальную асимптоту ($\sigma'(f) \rightarrow \sigma_{DC}$ при $f \rightarrow 0$ Гц) и $\sigma''(f) \rightarrow 0$ при $f \rightarrow 0$ Гц. Анализ спектров проводимости показывает, что пленка нейлона 6 имеет комбинированный механизм проводимости – дрейфовый и прыжковый, исследуемый полимер демонстрирует как ионную, так и прыжковую проводимость постоянного тока. Прыжковая проводимость может быть связана с переносом ионов с одного центра захвата в другой [2]. Анализируя температурную зависимость проводимости по постоянному току, можно сделать вывод о том, что данный процесс не является Аррениусовским.

Список публикаций:

[1] Kim T. Y. et al. Electrical conduction of polyimide films prepared from polyamic acid (PAA) and pre-imidized polyimide (PI) solution // *e-Polymers*. – 2008. – Т. 8. – №. 1.

[2] Sessler G. M., Hahn B., Yoon D. Y. Electrical conduction in polyimide films // *Journal Of applied physics*. – 1986. – Т. 60. – №. 1. – С. 318-326.